मनोरंजनातून यंत्रविज्ञानाची ओळख

सायकलीच्या शोधाची कथा

विजय गुप्ता

अनुवाद

सुमन ओक

मनोरंजनातून यंत्र विज्ञानाची ओळख

सायकलीच्या शोधाची कथा

विजय गुप्ता

अनुवाद

सुमन ओक

सायकलीच्या शोधाची कथा
विज्ञान
विजय गुप्ता
अनुवाद : सुमन ओक

■

प्रकाशन क्रमांक - ११९४
पहिली आवृत्ती - २००८

■

प्रकाशक :
साकेत बाबा भांड,
साकेत प्रकाशन प्रा. लि.,
११५, म. गांधीनगर, स्टेशनरोड,
औरंगाबाद - ४३१ ००५
फोन : २३३२६९२, २३३२६९५.
Email : saketpublication@gmail.com
Website : www.saketpublication.com

■

अक्षरजुळणी :
धारा प्रिंटर्स प्रा. लि.
११५, म. गांधीनगर, स्टेशन रोड,
औरंगाबाद - ४३१ ००५.

■

मुद्रक :
प्रिंटवेल इंटरनॅशनल प्रा. लि.,
जी-१२, एम.आय.डी.सी.,
चिकलठाणा, औरंगाबाद.

■

मुखपृष्ठ : संतुक गोलेगावकर

■

किंमत : ३० रुपये

Saikalicya Shodhachi Katha
Science
Vijay Gupta
Translation by Suman Ook

© **विज्ञान प्रसार,** २००८.
ए-५०, इन्स्टिट्युशनल एरिया,
सेक्टर -६२, नोएडा, २०१ ३०७ (उ.प्र.).

ISBN-978-81-7786-413-7

अनुक्रमणिका

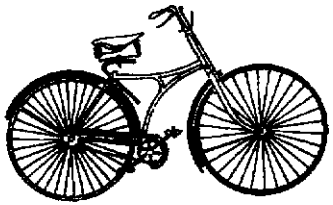
१. उत्कृष्ट यंत्र / ५

२. दुचाकीचे वेगवेगळे भाग / १२

३. दुचाकीचे विज्ञान / २६

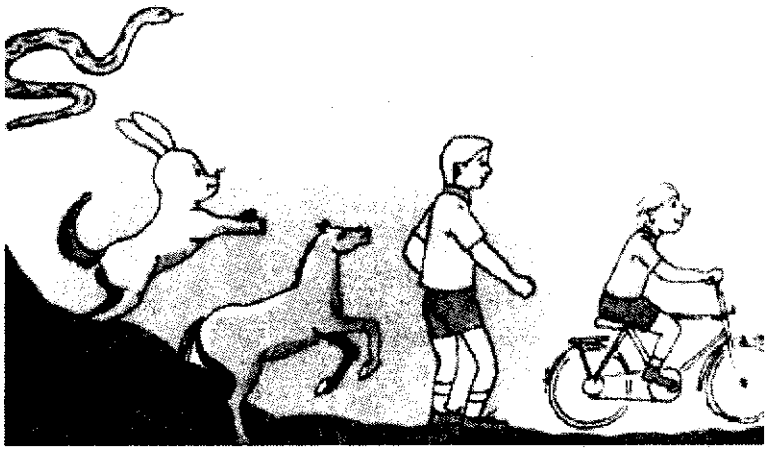
४. काही महत्त्वाच्या वेबसाईटस् / ३८

५. दुचाकीच्या कुळकथेतील काही ठळक वर्षे / ३९



१. उत्कृष्ट यंत्र

जिवंत असणं म्हणजे हालचाल करणं, धावपळ करणं, सर्व प्राण्यांना अन्न मिळविण्यासाठी सावजावर हल्ला करण्यासाठी वा शिकार करण्यासाठी स्वतःची सुटका करून घेण्यासाठी फिरणं, पळणं, लपणं, छपणं करत राहावं लागतं. साप, सुरवंट, सरपटत पुढे सरकतात. कांगारू टुणटुण उड्या मारीत जातात. घोडे दुडक्या चालीने धावतात. तर माणसे दोन पायांवर चालतात. सगळ्या प्राण्यांमध्ये माणूस खूपच जास्त हालचाल करतो. जास्त अंतर पार करतो. कामावर जाताना व घरी परत येताना तो ५-७ किलो मीटर प्रवास करतो. आपल्या वेगवेगळ्या ठिकाणी असलेल्या नातेवाइकांना भेटण्यासाठी तो शेकडो कि. मी. प्रवास करतो आणि कामधंद्यानिमित्त किंवा जागतिक बैठकांना उपस्थित राहण्यासाठी तर तो



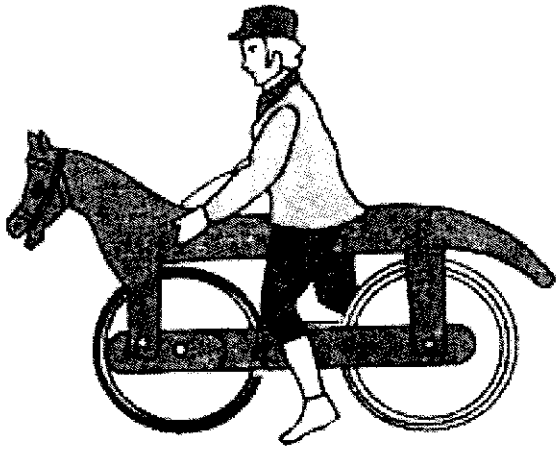
अर्ध्या जगाचा प्रवास करतो. काही जण केवळ धाडसी असतात म्हणून वा मजा म्हणूनही प्रवास करतात; परंतु प्रवास करण्याचं व्यसन जरी माणसाला जडलेलं असलं तरी त्याची शरीरयष्टी मात्र जलद हालचालीसाठी अनुकूल नाही. जास्तीत जास्त वेगाने पळणाऱ्या माणसापेक्षा एखादा चित्ता दहापट वेगाने पळतो. घोड्याचे शारीरिक कष्ट करण्याची शक्ती कितीतरी जास्त असते; परंतु त्याला एक कि.मी. पळायला ऊर्जा मात्र त्याच्या स्वतःच्या वजनाच्या प्रमाणात माणसाच्या अर्धीच लागते; परंतु इतका कमजोर असला तरी माणूस यंत्र बनवतो व त्या यंत्राचा वापर करून आपली क्षमता कितीतरी पटीने इतर प्राण्यांपेक्षा वाढवतो. हालचाल वाढविण्याच्या, एका जागेहून दुसऱ्या जागी जाण्याच्या प्रयत्नामध्ये चाकाचा शोध हा एक मोठाच मैलाचा दगड ठरतो.

अत्यंत महत्त्वाची पायरी ठरते. सुरुवातीला बैल, घोडे, उंट आदींचा उपयोग करून माणसाने आपली गती वाढवली व नंतर वाफेवर आणि पेट्रोलवर चालणाऱ्या यंत्रांचा वापर केल्याने ही गती खूपच वाढली. आश्चर्य वाटेल एवढी चाके फिरवायला या साधनांचा उपयोग माणसाने केला तरी स्वतःच्याच स्नायूंचा उपयोग करून चाकाला गती देण्यामधील मजा काही वेगळीच आहे. रेल्वेगाड्या पटरीवर धावू लागल्या. त्यानंतर घोडे नसलेल्या गाड्या रस्त्यावर येऊ लागल्या होत्या. अशा काळामध्ये दुचाकी हे स्वतःच्या स्नायूंचा उपयोग करणारे वाहन विकसित झाले. तसेच पेट्रोलवर चालणाऱ्या इंजिनाच्या पहिले उडणारे यंत्र (Flying Machine) तयार झाल्यानंतर आज कित्येक वर्षे लोटल्यानंतरसुद्धा माणूस आपल्या स्नायूंच्या बळावर उडता येईल, असे उडणारे यंत्र तयार करण्याच्या खटपटीत गुंतलेला आहेच.

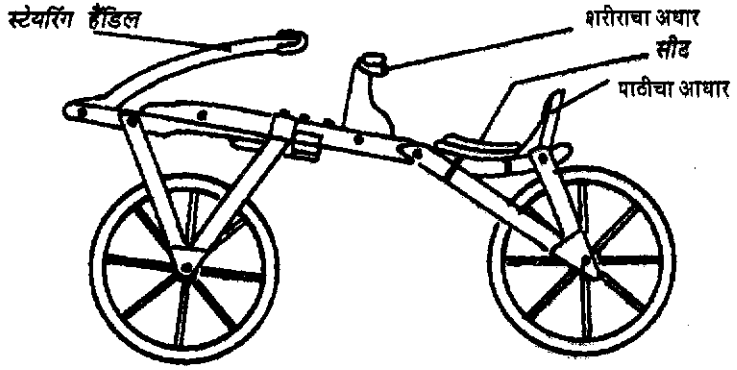
माणसाने तयार केलेले दुचाकी हे एक अत्यंत कार्यक्षम यंत्र आहे. दुचाकीवरून आपण बरेच वजन बऱ्याच अंतरापर्यंत नेऊ शकतो; पण त्यासाठी आपल्याला जी ऊर्जा वापरावी लागते त्याची किंमत एखाद्या अत्यंत कार्यक्षम जेट विमानाला लागणाऱ्या ऊर्जेच्या एकदशांश असते. म्हणजे विमानाला तेवढेच वजन तेवढ्याच अंतरापर्यंत वाहून न्यायला दुचाकीला लागणाऱ्या ऊर्जेच्या दहापट

ऊर्जा लागते! त्याच हिशोबाने मोटारगाडीलासुद्धा दुचाकीच्या वीसपटीने ऊर्जा लागते.

या साध्यासुध्या यंत्राचा इतिहास मात्र मोठा गमतीदार आहे. अगदी सुरुवातीला एक श्रीमंत लोकांची खेळणी म्हणून दुचाकीची कल्पना मांडली गेली आणि लवकरच एका कार्यक्षम व सोयीस्कर अशा वाहतुकीच्या साधनामध्ये दुचाकीचे रूपांतर झाले; पण मोटारगाडी आल्यावर तिचा विकास मागे पडला आणि दुचाकी केवळ एक व्यायामाचे व क्रीडेचे साधन बनली; परंतु चीन किंवा इतर आशियाई देशांमध्ये दुचाकी हे आजही रोजच्या व्यवहारामधील वाहतुकीचे महत्त्वाचे साधन आहे आणि विकसित देशांमध्येसुद्धा अलीकडे शहरामध्ये व उपनगरांमध्ये जवळचे अंतर पार करण्यासाठी दुचाकींचा वापर वाढू लागला आहे. याचे कारण दुचाकीमुळे प्रदूषण होत नाहीच. शिवाय आवाजही नाही. तिला रुंद रस्त्याची गरज नाही की पार्किंगसाठी मोठ्या जागेची. एक अंदाज असा आहे की जर आठ कि.मी. अंतर एखाद्या गजबजलेल्या शहरामध्ये जायचे असेल तर दुचाकीने कमी वेळात जाता येईल. कारण मोटारगाडी गॅरेजमधून बाहेर काढायची, मग पाहिजे त्या जागेजवळ पोहोचल्यावर पार्किंगची जागा शोधून ती उभी करायची व तेथून आपल्या ठरलेल्या जागी चालत जायचे. यात खूपच जास्त वेळ जातो. आणखी एक फायदा म्हणजे दुचाकी चालविण्यामधून तुम्हाला व्यायामही



होतो. अशा या दुचाकीची मनोरंजक गोष्ट, तिच्यामधील वापरण्यात आलेले तंत्रविज्ञान व त्याचा मर्यादित करून देत असत; परंतु दुचाकी चालवण्यातील



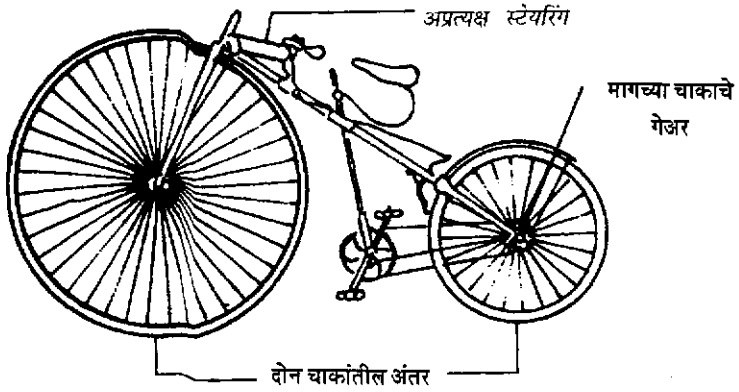
रुबाब, त्यातून मिळणारा थरारक आनंद इत्यादींची किंमत मोजावी लागणारच. पुढच्या मोठ्या चाकावरच्या बाजूस चालक बसणार. म्हणजे यंत्राच्या गुरुत्वामध्ये जमिनीपासून बऱ्याच वर व पुढच्या बाजूस राहतो. त्यामुळे रस्त्यावरून दुचाकी चालवताना एखादा लहानसा खड्डा, दगड आला किंवा एकदम थांबण्याची, ब्रेक लावण्याची वेळ आली तर दुचाकीचालक धुळीमध्ये तोंडघशी पडणार. अनुभवी चालकांनासुद्धा अशा अपघातांना वारंवार तोंड द्यावे लागते.

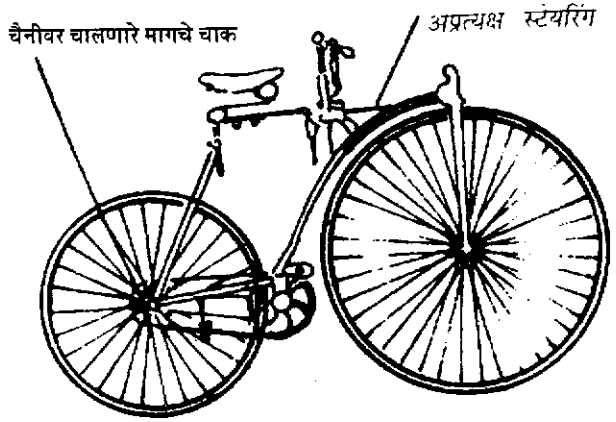
असली उंच दुचाकी जास्त स्थिर व्हावी म्हणून बरेच प्रयत्न झाले; पण त्यात फारसे यश आले नाही. त्यासाठी वेगळ्याच यंत्रणेचा शोध घ्यायला हवा होता. चालक थोडा मागे व जमिनीच्या थोडा जवळ न्यायला हवा होता. त्यातील एका प्रयत्नाद्वारे या यंत्राची रचना आलटून पालटून पाहिली. मागचे चाक मोठे व गतिमान करण्यात आले; परंतु पायपट्ट्याच्या साहाय्याने थेट फिरविणे शक्य नव्हते. कारण त्यासाठी मागच्या चाकाच्याही मागे चालकाला बसायला हवे. अशा अवस्थेत यंत्राचा समतोल राहणे अशक्यच. मग अमेरिकन 'स्टार' दुचाकीमध्ये १८८२ साली यावर तोडगा काढण्यात आला. मागच्या चाकाला पायपट्ट्या जोडून थेट गती देण्याऐवजी तरफा, मोठी रिळे, पायसरांसारखे पट्टे यांच्याद्वारे

अप्रत्यक्षपणे मागचे चाक फिरविण्याची व्यवस्था केली गेली. त्यामुळे दुचाकी थोडीशी जास्त सुरक्षित झाली. काही वर्षे तीनचाकी वाहनांवर संशोधकांचे व कारखानदारांचे लक्ष केंद्रित झाले होते. ब्रिटनच्या राजघराण्यानेही तीनचाकी सायकलींच्या वापराला व विशेषतः बायकांनी वापरण्याला पाठिंबा दिला.

❖ सुरक्षित यंत्र :

बऱ्याचअंशी आजकालच्या दुचाकीशी साम्य असणारी दुचाकी १८१७ साली प्रथम रस्त्यावर आली. या ठेंगण्या यंत्रामध्ये चालकाचे सीट दोन्ही चाकांच्या मध्ये योजलेले होते. पायपट्ट्यांच्या साहाय्याने चालक जमिनीपासून फारशा उंच नसलेल्या भुजा (C) फिरवून मागच्या चाकाला गती देई. मागच्या चाकाला एक लहानसे दंतचक्र लावलेले असे. क्रँकला जोडलेले चाक काहीसे मोठे व त्यावर साखळी अडकविलेले असे. मागच्या चाकाला त्यापेक्षा लहान दंतचक्र व त्यावर तीच साखळी जोडलेली असे. त्यामुळे वेग





गुणोत्तर -(Gear Ratio) वाढतो. त्यामुळे ज्याला गती दिली जाते ते चाक मोठे असण्याची गरज उरली नाही. साखळीने जोडलेल्या चाकांचा आकार बदलून अधिक गुणोत्तर मिळविता येते.

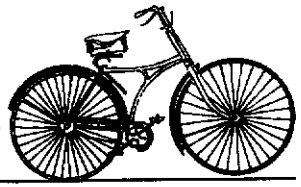
चालवणाऱ्याचा तोल जाऊ लागला तर या नवीन यंत्रामध्ये पाय जमिनीवर टेकवता आल्याने पडण्याचा धोका राहिला नाही. गुरुत्वमध्य जमिनीजवळ व दुचाकीच्या मागच्या बाजूकडे झुकल्याने वाटेत अडथळा आल्यास उलटण्याचा धोका राहिला नाही. एवढे असूनसुद्धा ही दुचाकी काही लोकप्रिय झालीच नाही. त्याच्या पोकळ नसलेल्या भरीव टायरमुळे ही दुचाकी चालवताना थरथरत असे. रस्त्यांमध्ये खड्डे असल्याने जमिनीच्या जवळ जाणाऱ्या पायपट्ट्या फिरवून पाय धुळीने माखून जात; परंतु लवकरच त्यात सुधारणा होऊन अवघ्या दहा वर्षांमध्ये हे सुरक्षित 'यंत्र-सेफ्टी'ने सगळ्यांची मने जिंकली. पुढच्या चाकावर पायपट्ट्या फिरविण्याचा दबाव पडत नसल्याने तोल सांभाळणे सुलभ झाले. इतके की पुढच्या हॅण्डलबारवरील हात काढूनसुद्धा दुचाकीचा तोल सांभाळता येई. पुढच्या दांड्यांवर व मागच्या चाकावर वजन वाहून नेणेही शक्य झाले. ही दुचाकी चालवायला शिकणे म्हणजे पोरखेळाइतके सोपे होते. दुचाकीच्या मूळ आराखड्याच्या इतर पैलूंमध्येही अनेक सुधारणा झाल्या. १८८५ मध्ये भरीव चौकटीऐवजी पोकळ नळ्यांनी बनवलेली चौकट आली. ही चौकट आजपावेतो तशीच राहिली

आहे. यामुळे दुचाकीचे वजन मोठ्या प्रमाणात घटले. भरीव टायरऐवजी हवा भरलेले टायर १८८८ मध्ये आले. त्यामुळे दुचाकीचे थरथरणे व चालकाला सोसावे लागणारे धक्के कमी झाले. १८९० सालापासून दुचाकी चालविणे खूपच सोपे व आरामदायक झाले. त्यामुळे लहान-थोर, सशक्त, दुबळे कोणीही दुचाकी चालवू लागले. कामगार, विक्रेते त्यावर सामान लादून ने आण करू लागले. बायका दुपारच्या वेळी दुचाकीवरून फिरू लागल्या व सुखवस्तू लोक व्यायामासाठी वा लांब अंतर कापण्यासाठी तर खेळाडू चढाओढींसाठी, शर्यतीसाठी दुचाकी वापरू लागले.

गेल्या शंभर वर्षांमध्ये या दुचाकीमध्ये काहीच फरक झालेला नाही. १८८५ च्या रोव्हर सेफ्टीचे स्वरूप अद्ययावत पर्यटक दुचाकीसारखेच होते. अर्थात काही किरकोळ बदल झाले आहेत. त्यात अलीकडे वापरले जाणारे साहित्य पूर्वीपेक्षा वजनात हलके; परंतु जास्त मजबूत असत. गोलक धारवे (Ball Bearings) जास्त चांगल्या प्रतीचे असतात. व्यासमापक गतिरोधक (Caliper Brake) जास्त परिणामकारक असतात.

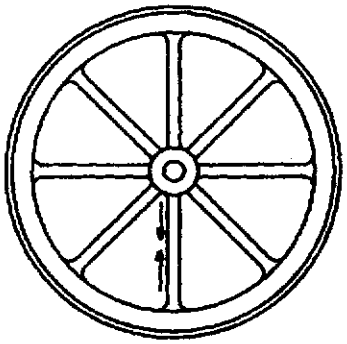
●●●

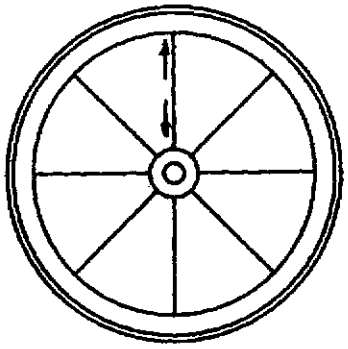
२. दुचाकीचे वेगवेगळे भाग



❖ चाके :

आपल्या आसपासचा निसर्ग हा सर्जनशील कल्पनांचा मोठा स्रोत आहे. माणसापुढे आज भविष्यामध्ये कोणतीही समस्या उभी राहिली तरी उत्क्रांतीमधून त्यावर काही ना काही तोड निघतेच. वाहतुकीसंदर्भात सर्वात मोठा कोणता शोध असेल तर तो म्हणजे चाक होय. सपाट पृष्ठभूमीवरून वजन ओढायचे झाल्यास



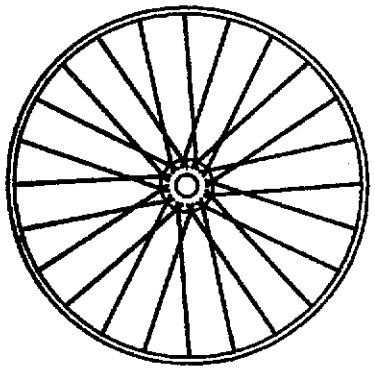


त्याच्या गतीला प्रतिरोध होतोच; परंतु तेवढ्याच वजनाचे दंडगोलाकार (Cylinderical) चाक त्या पृष्ठभूमीवरून गडगडत गेले तर त्याला आड येणारा प्रतिरोध (Resistance) शंभर पटीने कमी असतो. माणसाने बहुधा मोठ मोठे दगड डोंगरावरून खाली येताना पाहिले असावेत. लाकडाचे ओंडके किंवा इतर दंडगोलाकार वस्तूंच्या घरंगळण्यामधूनही माणसाला परिघर्षण यांत्रिकी (Mechanics of Rolling Friction) दिसून आली असावी.

आपण आधी पाहिलेल्या दोन दुचाकी-हॉबी हॉर्स व बोनशेकर यांची चाके बैलगाडीच्या किंवा ढकलगाडीच्या चाकांसारखी जड असत. त्यांचे आरे

(Spokes) खूप जाडजूड होते. गाडीचा भार त्यावर वाहिला जाई. हल्लीच्या आऱ्यांच्या तुलनेने हे आरे खूप कडक असत. त्यांच्यामध्ये लवचीकपणा नसे. त्यामुळे रस्त्यामधील प्रत्येक खड्डा, दगड चालकाला आपल्या अस्तित्वाची जाणीव धक्के देऊन करीत.

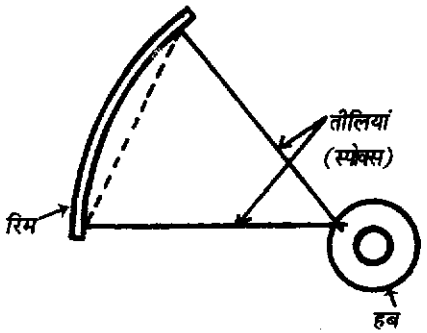
आपण अगोदर पाहिलेल्या पेनी-फार्दिंग म्हणजे ढब्बू-पैसा दुचाकीमध्ये पहिल्यांदा चाकाच्या रचनेमध्ये प्रगती झाली. त्यामध्ये लंबनाचे तत्त्व (Principle of suspension) उपयोगात आणला गेला. चाकांच्या मध्यभागी जो भाग (Central Hub) असतो तो यंत्राचा भार वाहत असतो. या भागाला खालच्या बाजूने चाकाच्या पाळी (Rim) वर जाडजूड आयांनी आधार देण्याऐवजी तो चाकाच्या पाळीच्या वरच्या बाजूने पातळ तारांनी लोंबकळत ठेवला जातो. एखाद्या पातळ दांड्यावर तो उभा करून भार ठेवला तर तो फारसा उचलू शकत नाही. भारामुळे तो दांडा दाबला जातो व तुटतोही; परंतु याच दांड्याला यापेक्षा किती जास्त भार लोंबकळत ठेवला तरी तो दांडा भार उचलू शकतो. या स्थितीमध्ये दांड्यावर ताण असतो. तारांवर लोंबकळणारे संधारण पूल (Rope Suspension Bridge) तुम्ही पाहिले आहे ना? त्यामध्ये याच तत्त्वाचा उपयोग केलेला असतो. तारांचे आरे याच तत्त्वानुसार वापरलेले असतात. त्यामुळे चाकांच्या वजनामध्ये बरीच घट होऊ शकते.



सुरुवातीला चाकांचे आरे त्रिज्या (Radial) सारखे असत. त्यांना घट्ट ओढून त्यांच्यामध्ये ताण निर्माण करण्यात येई. सर्व बेअरिंगवर ताण व्यवस्थित जुळवून चाकांची फिरण्याची (Rim) व चाकाचा भाग (Hub) यांना एककेंद्री बनविता येत असे. त्यामुळे चाकाचे हलणे टाळता येई; परंतु पायपट्ट्या फिरविल्याने बेअरिंगवर जे पिडन (Torque) पडत असत.

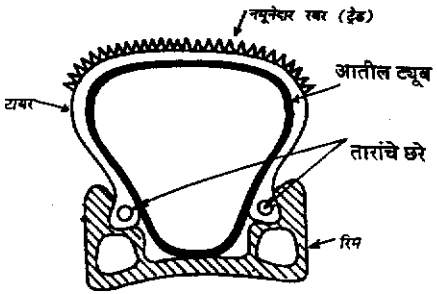
या भागांना वाहणे शक्य होत नाही. थोड्याशा वजनानेही हे आरे वाकून जातात. म्हणून चाकात दोन मजबूत बेअरिंग लावले जात व प्रत्येकाला ताण असलेला भाग जोडला जाई. पायपट्ट्यांनी फिरविल्या जाणाऱ्या चाकांमध्ये ही व्यवस्था असे. ढब्बू-पै दुचाकीमध्ये अशी व्यवस्था होती.

❖ पिडन :



आयांची जागा लवकरच एका नवीन क्लृप्त्याने घेतली. बुटांचे बंद छिद्रांमधून ओवलेले असतात तसे या नवीन रचनेमध्ये बेअरिंगला सरळ त्रिज्येसारखे न जोडता स्पर्शरेखीय (Tangential) राहतील अशा तऱ्हेने जोडले जातात. या चाकांचे आरे आतल्या बाजूने थोडे वाढविले तर बेअरिंगच्या परिघामधून केंद्रबिंदूमध्ये पोहोचणार नाही. ते परिघावर स्पर्श करतील; परंतु त्रिज्येसारखे केंद्रबिंदूत पोहोचणार नाहीत. अशा चाकांचे दंतचक्र (Sprocket) फिरविल्याने उत्पन्न होणारे पिडन बेअरिंगवर ताण निर्माण करते व दंतचक्राच्याच दिशेने संपूर्ण चाक फिरते. आरे तुंब्याच्या परिघावर ओवल्याने तेथे त्रिकोणाची मालिका तयार होते व आयावर निर्माण होणाऱ्या ताणामुळे भाराचा प्रतिकार होतो. त्रिकोणीकृत रचनेचे (Triangulation of Structures) हे तत्त्व सेफ्टी दुचाकीच्या मध्यवर्ती चौकटीमध्ये मजबुतीसाठी वापरले आहे. गती वाढताना जसे पिडन निर्माण होत तसेच वाढविलेली गती कमी करतानाही होते. म्हणून तुंब्याच्या परिघावर आरे ओवताना एका आयाची स्पर्शरेषा मागच्या दिशेस जात असेल तर त्या पुढील आयाची पुढच्या दिशेने असे एकामागून एक आरे ओवल्याने गती करताना होणाऱ्या पिडनाचा (Braking Torque) प्रतिकार केला जातो. आरे असलेल्या सर्व चाकांची मूलभूत रचना हीच असते.

❖ वायवीय धावा (Pneumatic Tyres) :



दुचाकीवर आजकाल ज्या धावा लावलेल्या असतात त्या दुचाकीच्या भरीव धावांमुळे बसणारे धक्के व कंपने कमी करण्यासाठी पहिल्यांदा १८८८ मध्ये लावण्यात आल्या. यामागे अगदी एक साधे तत्त्व आहे. नवीन धावामुळे आता दुचाकी हवेच्या कप्प्यावरून धावतात. त्यामुळे हवेची गादी बऱ्याच धक्क्याने नाकाम करते.

धावांमधील जास्त दाबाची ही हवा रबराच्या नळीमध्ये भरलेली असते. या नळीच्या बाहेरच्या बाजूला टणक रबराचे आवरण त्यांच्या रक्षणासाठी असते. रबरामधील जाळीच्या अनेक थरांमुळे हे आवरण भक्कम होते. धावण्याची रचना दाखविलेल्या धावेच्या आडव्या छेदामध्ये स्पष्ट केलेली आहे. चाकांच्या गती (Rim) दोन्ही बाजूला पोलादी तारेचे मणी (Steel Wire Beeds) अडकवलेले असतात. आतील रबरी नळी हवेच्या दाबाने फुगली म्हणजे या मण्यांवर दाब पडतो व ते चाकाच्या व्यवस्थित जागच्या जागी राहतात.

चाक फिरताना चाकावरील आतील भागात लावतात. त्याने चाक फिरण्यास थोडा विरोध होतो. भार वाहणारी धाव जेव्हा जमिनीवर फिरते तेव्हा त्याचे वेगवेगळे भाग सतत लवतात. त्यामुळे ऊर्जेचा ऱ्हास (Dissipation of Energy) होतो. चाक फिरण्यास होणारा विरोध कमी व्हावा म्हणून रबरी नळीतील हवेचा दाब वाढवितात. त्यामुळे धावेचे लवणे कमी होते. आधुनिक धावांमध्ये साधारणपणे २.५ ते ४ वातावरणीय दाब (atmosphieres) एवढा वायूभार असतो. अशा तऱ्हेने धावा जास्त दाबाने फुगवल्या तर दुचाकी जलद जाते; परंतु अशा काहीशा

कडक झालेल्या धावा खाचखळग्यांमुळे बसणारे धक्के शोषून घेऊ शकत नाहीत. दुचाकीस्वाराला खाचखळगे व दगडगोटे देत असलेले सर्व धक्के सहन करावे लागतात.

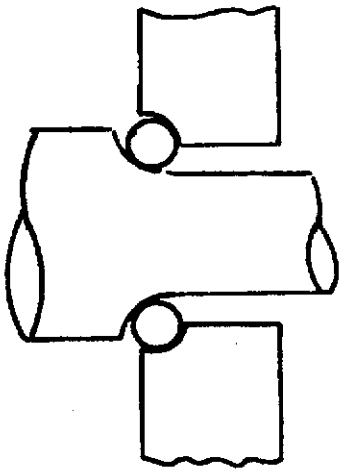
दुचाकीच्या शर्यतीमध्ये सहभागी होणाऱ्यांना वेग फार महत्त्वाचा. ते खाचखळगे व दगडगोट्यांच्या धक्क्यांची पर्वा करीत नाहीत व आपल्या धावांमध्ये जास्त दाब ठेवतात. धावांवर एकूण भार किती आहे यावर धावांचे लवणे व त्यामुळे होणारा गतिरोध अवलंबून असतो. दुचाकीस्वाराचे स्वतःचे वजन दुचाकीचे तसेच धावांचेही वजन मिळून दुचाकीचा एकूण भार होतो. शर्यतीत भाग घेणारे या सर्व प्रकारच्या भारामध्ये (स्वतःच्या वजनातसुद्धा) घट करतात. शिवाय ते विशिष्ट प्रकारच्या धावा वापरतात. त्यांना ट्युब्यूलर्स (Tubulars) म्हणतात. या धावांमध्ये कच्च्या रबरात गडलेले पॉलिस्टर किंवा रेशमी वस्त्राने वजनाने हलक्या असलेल्या नालीभोवती शिवलेले असते. वस्त्रासकटची ही नळी चाकाच्या पाळीला चिकटवितात. या ट्युब्यूलर्स खूप हलक्या असतात व आत असलेल्या जास्त दाबाने दुचाकी खूप वेगाने धावतात; पण या धावांमधील सुरक्षा कमी झालेली असल्याने त्यांना वारंवार छिद्रे पडतात.

❖ धारवे (Bearings) :

एखाद्या यंत्रणेच्या ज्या छिद्रामधून फिरते दांडे गेलेले असतात. त्यांना धारवा म्हणतात. दुचाकीच्या सुरुवातीच्या काळात घर्षण कमी करण्यासाठी धारव्यांना सतत साफ करून तेल द्यावे लागे. योग्यतऱ्हेने तेल न दिल्यास घर्षण वाढून जास्त प्रयत्न करावा लागे. शिवाय दांडा धारव्यांच्या बाजूवर घासला जाऊन दांडा व धारवा तापून जात. केव्हा केव्हा तर बाजू तापून वितळू लागत व चाकांचे फिरणे बंद पडे. तेलामुळे धूळ व इतर घाण ओढली जात असल्याने धारवे वारंवार साफ करावे लागत.

चाकाचीच कल्पना आणखी पुढे ताणून गोलक व लाटणी धारवे (Ball

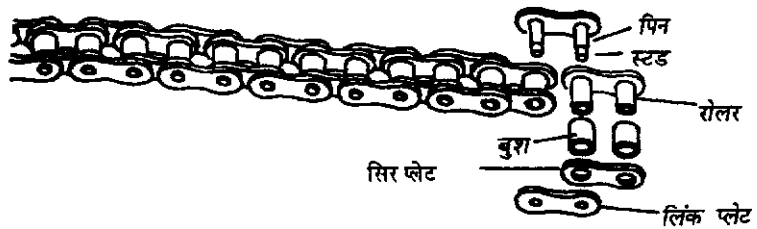
and Roller Bearings) यांचा शोध लागला. एकमेकांवरून सरकणाऱ्या दोन पृष्ठभागांमध्ये कडक रूळ घातला तर त्यांच्यातील एकमेकांवरील घसरण नाहीशी होते आणि घर्षणामुळे होणारा गतिरोध खूप कमी होतो. दुचाकीच्या धारव्यामध्ये पोलादी गोळ्यांची एक रांगच असते. तुंब्याच्या आतील आसाच्या (Axle) बाजूला असलेला शंकू (Cone) व त्यावर असलेला तुंब्याचा चषकासारखा खोलगट (Cup) भाग यांच्यामध्ये या गोळ्या गरगरत

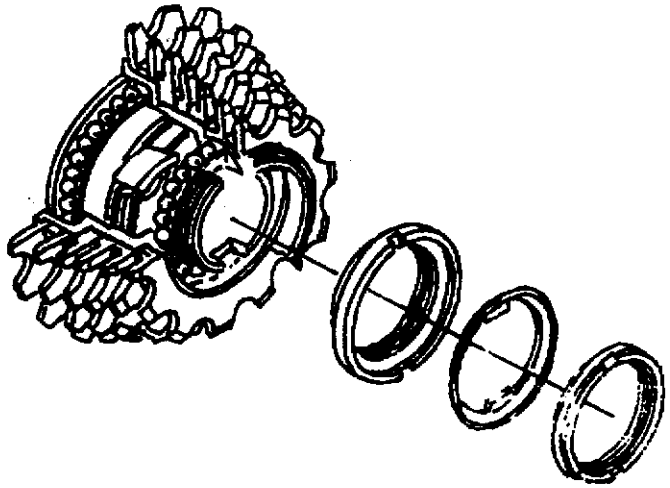


असतात. गोळ्या, चषक व शंकू हे सर्वच सुटे भाग कणखर पोलादाचे बनविलेले असतात.त्यामुळे त्यांचे आकार जसेच्या तसे राखले जातात. याच्यामुळे घर्षण इतके कमी होते की धारव्यांना घर्षण निरोधक धारवे (Anti Frictikon Bearings) म्हणतात. तेल न देतासुद्धा हे धारवे खूप टिकतात. शिवाय गरज पडलीच तर अगदी थोड्याच खर्चामध्ये विनासायास बदलता येतात.

❖ साखळी (Chain) :

साखळीच्या रचनेमध्येही बरीच उत्क्रांती झाली. अगदी सुरुवातीच्या साखळ्या साध्या खिळ्यांच्या (Pin Type) होत्या. यात दंतचक्राच्या दातावरून

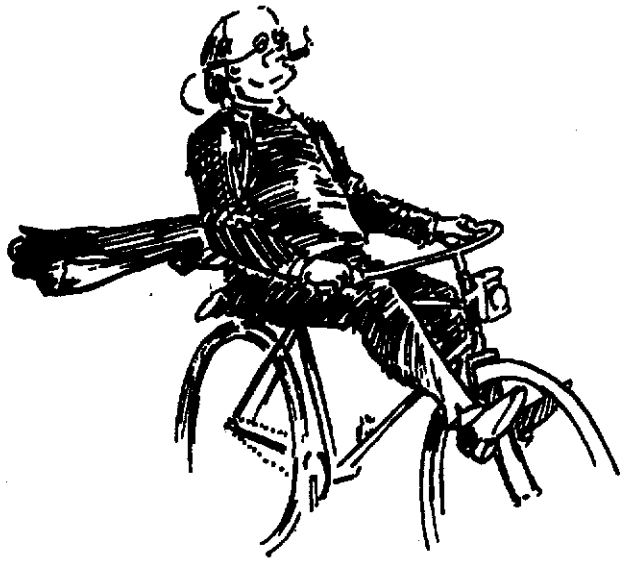




साखळीमधील खिळे थेट फिरतात. त्यामुळे चाकाचे दात घासले जात व झिजून जात असत; परंतु नंतरच्या रचनेमध्ये लाटणी (Rollers) आणि पुंगळ्या (Bushes) वापरण्यात आल्या. त्यामुळे दंतचक्राचे दात (Sprocket Teeth) किंवा कडेच्या (End Plates) पट्ट्या यांच्यावर खिळे थेट सरकत नाहीत. त्यामुळे खिळेही खूप जास्त टिकतात. आधुनिक पुंगळी लाटणीची साखळी (Bush - Roller Chain) तशी पाहायला गेले तर १८८० सालीच बनवली गेली होती आणि ही रचना इतकी कार्यक्षम व भरवशाची आहे की ती आजही मोटारगाड्यांच्या दांड्यांनासुद्धा (Cam Shaft) फिरविण्यासाठी वापरली जाते.

❖ मुक्तचक्र (Free Wheel) :

जे चाक पायपट्ट्यांवर फिरविले जाते. त्याच्या तुंब्याला एक दंतचक्र लावलेले असते. ही जोडणी मोठी विलक्षण असते. ती मुक्तचक्र म्हणून ओळखली जाणारी क्लृप्ती आहे. क्लृप्तीमुळे दंतचक्र जेव्हा समोरच्या दिशेने फिरते तेव्हा ते चाकाशी जोडलेले राहते व चाकाला गती देते; परंतु दंतचक्र जर मागच्या दिशेला



फिरू लागले किंवा स्थिर राहिले तरीही फिरणारे चाक मागे न फिरता वा स्थिर न राहता पुढच्याच दिशेने फिरते. त्यामुळे दुचाकीवर चढणे किंवा त्यावरून उतरणे सोपे होते. कारण मुक्तचक्राची योजना नसेल तर फिरत्या चाकाबरोबर पायपट्ट्याही सतत फिरू लागतील. तसेच एकदा गती मिळाल्यावर पायपट्ट्या स्थिर ठेवून व त्यावरून पाय उचलून दुचाकी बराचकाळ विनासायास चालू देणे शक्य झाले नसते.

एखाद्या वस्तूला एकदा गती प्राप्त झाली म्हणजे त्या वस्तूबाहेरील बळाचा वापर झाल्याशिवाय ती वस्तू थांबत नाही. गतिशीलच राहते असे एक तत्त्व आहे. तसेच स्थिर वस्तू बाह्यबलाचा उपयोग केल्याशिवाय गतिमान होत नाही. सर्वच वस्तूंच्या या लक्षणाला जडत्व (Inertia) म्हणतात.

मुक्तचक्रामुळे दुचाकीस्वाराला या तत्त्वाचा उपयोग करता येतो. मुक्तचक्राचा वापर सुरू होण्याआधी दुचाकीस्वाराला दुचाकी चालू असताना स्वतःच्या पायांना आराम देण्यासाठी स्थिर पायपट्ट्या जोडलेल्या असत. मुक्तचक्रामुळे पायपट्ट्या

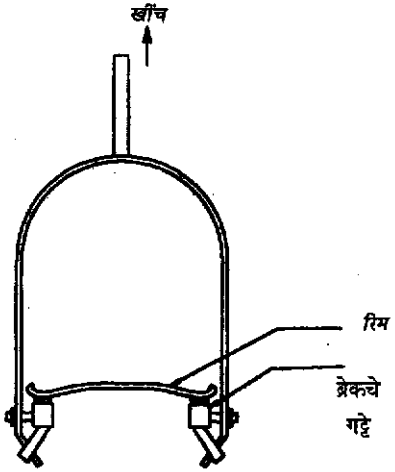
वर पाय स्थिर ठेवून आराम मिळू शकतो.

मुक्तचक्र यंत्रणेच्या जुळणीमध्ये स्प्रिंगला जोडलेले अनेक भाग असतात. खिट्टीला इंग्रजीमध्ये पॉल (pawl) म्हणतात. प्रत्येक खिट्टी तिच्यावर दाब येताच तुंब्याच्या पोकळीमध्ये दुमडली जाते व त्यावरील दाब कमी होताच पोकळीमधून टुणकून बाहेर येते. त्याच्याशी ज्याची जुळणी व्हायची त्या चाकाला रॅचेट (Rachet) सारखे दात असतात. ते दंतचक्राच्या दांतापेक्षा वेगळे म्हणजे आतल्या बाजूला कापलेले असतात. ज्यावेळेस दंतचक्र उलट्या दिशेने फिरते त्यावेळेस रॅचेट दातांच्या उतार असलेल्या टोकांनी खिट्टीखाली दाबल्या जातात. दंतचक्र दांड्यावर फिरत राहते; परंतु दंतचक्र समोरच्या दिशेने फिरते तेव्हा खिट्ट्या बाहेर येतात व रॅचेट दातांच्या सरळ कापलेल्या बाजूस अडकतात. पायपट्ट्या जेव्हा दंतचक्र चाकापेक्षा जास्त वेगाने फिरतात त्यावेळेस असे घडते. त्यामुळे स्नायूंची शक्ती चाकावर वापरून गती वाढते.

अशातऱ्हेने मुक्तचक्राच्या यंत्रणेने पाय स्थिर ठेवून वा उलट्या दिशेने फिरवूनही दुचाकी चालू शकते. त्यामुळे दुचाकीवर चढणे उतरणेही सोपे होते. उतारावरून तर दुचाकी पायपट्ट्या न फिरविताच खाली उतरू शकते.

❖ गतिरोधक (Brakes) :

दुचाकीच्या यंत्रणेमध्ये मुक्तचक्राचे आगमन होण्याआधी गतिरोधकाची गरज भासली नव्हती. कारण पायपट्ट्या फिरवीत राहिल्याशिवाय दुचाकीस गती मिळत नसे. पायपट्ट्या फिरविल्या तरच दुचाकी चालते. पायपट्ट्या थांबल्या की दुचाकी थांबे. चालू असलेल्या दुचाकीच्या पायपट्ट्या उलट्या फिरविण्याचा प्रयत्न करून दुचाकी लगेच थांबविता येई; पण यासाठी बरेच बळ लागे. विशेषत: दुचाकीस्वार फार वेगाने जात असला तरी थांबविण्यास बळ बरेच जास्त लागे. उतारावरून दुचाकी चालविणे त्यामुळे बरेच धोकादायक होते. अगदी सुरुवातीस धातूचा बनविलेला एक चमचा पुढच्या चाकाच्या पाळीवर दाबला जाई. हा चमचा हलविण्यासाठी हाताने एक तरफ चालविली जाई. रबराच्या घन धावांवर



या तऱ्हेचा प्रतिरोधकाचा परिणाम होत असे; परंतु हवा भरलेल्या धावांसाठी असा प्रतिरोधक वापरल्यास अनर्थ घडून येई.

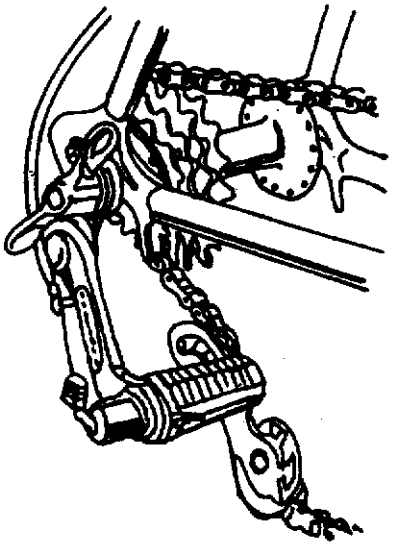
हवा भरलेल्या धावा वापरात आल्यावर स्टिरप गतिरोधक (Stirrup Brake) विकसित झाला. काही दुचाकींमध्ये तो अजूनही वापरला जातो. या गतिरोधकामध्ये रबराच्या पॅडस्‌ची एक जोडी असते. हे पॅडस् चाकाच्या पाळीच्या आतल्या बाजूस दोन्ही बाजूंनी दाबल्या जातात. पॅड व चाकाची पाळी यामध्ये होणाऱ्या घर्षणामुळे चाक फिरणे थांबते. घर्षणातील शक्ती पॅड कशाचे बनविले आहे. त्यावर किती दाब दिला जातो यावर अवलंबून असते. दाब वाढविता यावा म्हणून तरफांचा उपयोग केला जातो. गतिरोधकाची तरफ हाताने दाबली की गतिरोधकातील तरफ यंत्रणेमुळे यांत्रिक लाभ (Machanical Advantage) मिळतो. अनेक पटीने वाढलेला हाताचा दाब ब्रेकपॅडवर पडतो.

स्टिरप ब्रेकची जागा लवकरच व्यासमापक (Caliper) ब्रेकने घेतली. स्टिरप ब्रेकमध्ये पॅड चाकाच्या आतल्या बाजूस म्हणजे पाळीच्या वर्तुळाकार बाजूवर दाबले जाई. कॅलिपर ब्रेकमध्ये ते पाळीच्या सपाट बाजूवर दाबले जाते. शिवाय पाळी जर कुठे चेपली गेली असली तरी स्टिरप ब्रेक पाळीवर पकड मिळवू शकत नाही. आणखी कॅलिपर ब्रेकचा एक फायदा असा की, धावा बदलताना कॅलिपर ब्रेक तसेच राहू शकतात; स्टिरप ब्रेकसारखे बाजूस ठेवावे लागत नाहीत.

एका लवचीक केबलच्या साहाय्याने कॅलिपरब्रेक लावले जातात. एका अस्तनीसारख्या नळीमध्ये एक लवचीक तार घातलेली असते. तरफ खेचली म्हणजे तार ताणली जाते व कॅलिपरचे दोन्ही बाजूचे अर्ध गोलाकार भाग जवळ

येऊन चाकाच्या पाळीला दाबतात. अस्तनीसारख्या बाह्यनळीवर दाब व त्याच्या आतून जाणारी ताणयुक्त केबल ही व्यवस्था अनेक रिमोट यंत्रणेमध्ये अतिशय परिणामकारक ठरली आहे. दुचाकी तसेच कारमधील दंतचक्र बदल (Gear Change), पकड्या (Clutch) आणि वेगवर्धक (Accelerator) या सर्व यंत्रणांमध्ये हीच तजवीज असते. यात थोडाफार बदल करून एखाद्या यंत्रणेचे फिरते भागसुद्धा रिमोटने चालविता येतात. मोटारगाडीतील गतिमापकाची केबल हे याचेच उदाहरण आहे.

❖ दंतचक्रे (Gears) :



सुरुवातीस दुचाकीच्या पुढच्या चाकाला भुजा थेट जोडलेल्या असत. पायपट्ट्यांनी भुजा हलवून दुचाकी चालविण्यात येई. अशा वेळी पायपट्टी एका वर्तुळामधून फिरविल्यास दुचाकीने कापलेले अंतर वाढवायला (वेग गुणोत्तर - Velocity Ratio or Gear Ratio) एकच उपाय होता. तो म्हणजे चाकाचा आकार वाढविणे. ढब्बू-पै दुचाकीमध्ये अशीच व्यवस्था होती. मोठे वेग गुणोत्तर म्हणजे तुंब्यावरील (Hub) पिडन (Torque) पायपट्ट्यांवर केलेल्या प्रयासाच्या पिडनापेक्षा बरेच कमी असे. सपाट जमिनीवर जोपर्यंत दुचाकी चालेल तोपर्यंत हे ठीक होते; पण वेग वाढविणे किंवा चढ चढणे असेल तर या व्यवस्थेमध्ये ते फार कठीण होई.

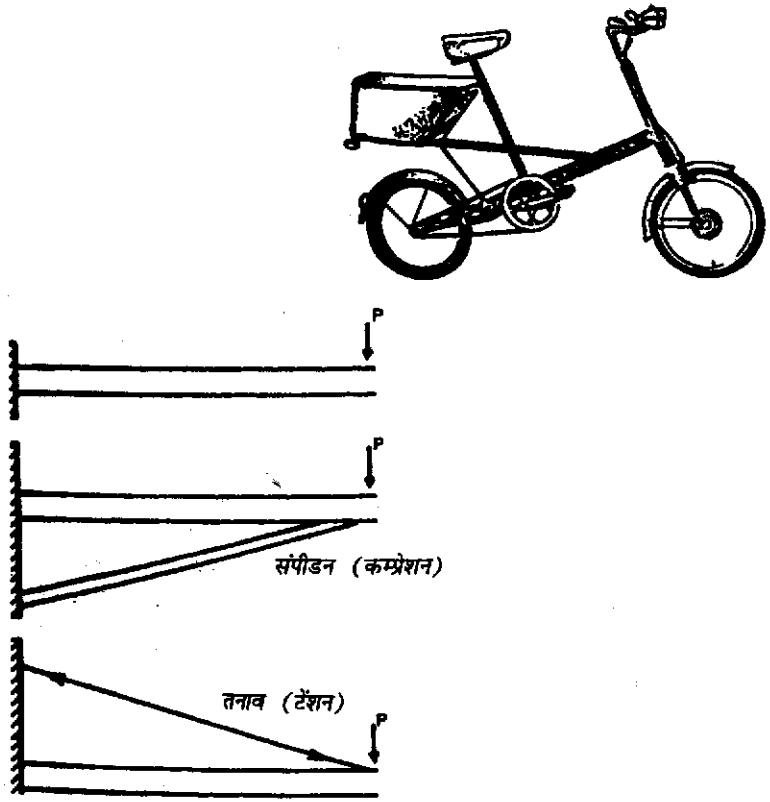
खरी गरज होती वेग गुणोत्तर आपल्या मर्जीनुसार बदलता येण्याची. म्हणजे दुचाकी सुरू करताना किंवा चढ चढताना कमी गुणोत्तर व सपाट जमिनीवर

चालविताना मोठे गुणोत्तर असा वेग गुणोत्तरामध्ये बदल करता येण्याची गरज होती.

साखळीचा वापर करून चालविल्या जाणाऱ्या (Chain Drivan) दुचाकीमध्ये-रोव्हरमध्ये सेफ्टीमध्ये मात्र वेग गुणोत्तरामध्ये मर्जीनुसार चटकन बदल करणे शक्य झाले. त्यासाठी तऱ्हेतऱ्हेच्या यंत्रणांचा विचार केला गेला. सध्या सर्वदूर वापरण्यात येणाऱ्या यंत्रणेमध्ये वेगवेगळ्या व्यासाची अनेक दंतचक्र (Sprocket Wheels) मागच्या चाकाशी निगडित असतात. दुचाकीची साखळी जेव्हा मोठ्या व्यासाच्या दंतचक्रावर अडकलेली असेल तेव्हा वेग गुणोत्तर कमी असते; परंतु साखळी कमी व्यासाच्या दंतचक्रावर बसली म्हणजे वेग गुणोत्तर वाढते - मोठे होते. दंतचक्राचा व्यास कमी झाला म्हणजे साखळी थोडीशी ढिली पडणार. हा ढिलेपणा नाहीसा करण्यासाठी स्प्रिंग लावलेल्या कप्पीच्या यंत्रणेचा (pulley mechanism) वापर केला जातो. तिला डिरेलियर (Derailleur) म्हणतात. गिअर बदलणारी तरफ सरकवली म्हणजे ही डिरेलियर यंत्रणा एका बाजूला ओढली जाते. त्यामुळे साखळी एका दंतचक्रावरून दुसऱ्या दंतचक्रावर येते. या यंत्रणेची जुळवणी अतिशय काळजीपूर्वक करावी लागते, परंतु ही यंत्रणा खूपच परिणामकारक व हाताळायला हलकी आहे. डिरेलियरच्या तुंब्याला तीन किंवा पाच दंतचक्रे असतात. त्यानुसार दुचाकीची तीन किंवा पाच वेग गुणोत्तरे असतात.

❖ दुचाकीचा सांगाडा (Frame) :

दुचाकीच्या सांगाड्यांमध्ये वेळोवेळी बरेच फरक होत गेले आहेत. सुरुवातीला हॉबी-हॉर्स दुचाकीमध्ये वापरलेल्या लाकडी फळ्यांचा आता कुठेही मागमूस नाही. दुचाकीच्या सांगाड्यामध्ये धातूच्या नळ्यांनी बनविलेली चौकट असते. ही मजबूत असूनही वजनाला हलकी असते. एका तत्त्वाचा अवलंब केल्याने हे साधते. सांगाड्याचा एखादा घटक जेव्हा पुष्कळ वजनाचा आधार असतो तेव्हा तो सगळ्यात कमजोर असतो. त्या भारामुळे तो घटक दबतो आणि वाकतो; परंतु या घटकाला खालून टेकवला दिला तर भार दबावाखाली वाहिला जातो व



बराच जास्त भार वाहने शक्य होते. याहीपेक्षा यात आणखी एक चांगली व्यवस्था आहे. त्यात या घटकाला एखाद्या भक्कम तारेच्या दोरखंडाचे (Cable) समर्थन मिळते व तारेतील ताण भार वाहतो. अशा तऱ्हेने जेव्हा सांगाड्याचे घटक ताण अगर दबावाने; पण न वाकता भार वाहतात तेव्हा सांगाडा अगदी हलका बनू शकतो. सांगाड्यामध्ये त्रिकोणाच्या मालिका असतात. उंच (Tower Crane) छताची कैची (Roof Truss) व पोलादी पूल या सर्वांमध्ये अशी त्रिकोणीकृत रचना असते. आधुनिक दुचाकीचा चौकोनी सांगाडा त्रिकोणीकृत रचनेचाच

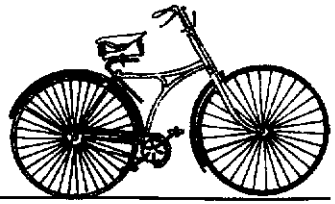
असतो १९०७ सालच्या डॉली पेडर्सन दुचाकीमध्ये त्रिकोणीकरणाचा इतका उपयोग केला होता की दुचाकीच्या सांगाड्याचे वजन केवळ ६.४ किलोइतके कमी झाले.

डायमंड फ्रेम १८८७ मध्ये वापरली गेली. तेव्हापासून जवळ जवळ सर्वच दुचाकीमध्ये ती वापरली जाते. मोल्टन (Moulton) दुचाकी तेवढी याला अपवाद आहे. ही १९६४ साली अस्तित्वात आली व त्यात डायमंडऐवजी वापरली आहे. डायमंड रचनेपेक्षा जस्त जड असली तरी त्याचे इतर फायदे आहेत. स्कर्ट वापरणाऱ्या व आपल्यासारख्या साडी नेसणाऱ्या स्त्रियांना ती सोयीची आहे व हवी असते.

वजन कमी करण्याचा आणखी एक क्लृप्ती म्हणजे मुख्य सांगाड्यामधील घटकांसाठी पोकळ नळयांचा वापर करणे. बांबू हे अशा पोकळ नळयांचे उत्तम उदाहरण आहे. लाकडाच्या भरीव तुळईपेक्षा तेवढ्याच वजनाचा बांबू दुप्पट वजन पेलू शकतो.

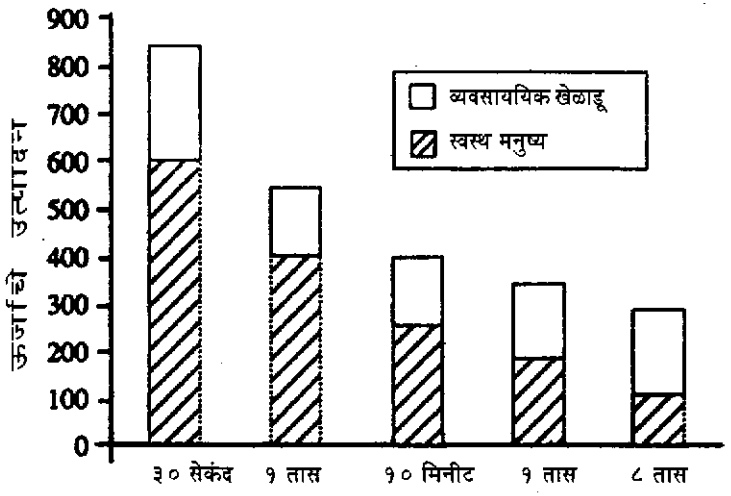
●●●

३. दुचाकीचे विज्ञान



❖ बल व शक्ती (Force and Power) :

कोणत्याही वाहनाचा आराखडा बनविताना पहिल्यांदा बळ व शक्ती यांचे गणित जमवावे लागते. जेव्हा एखादी वस्तू दुसऱ्या पृष्ठभागावरून सरकत असते किंवा घरंगळते तेव्हा वस्तूच्या हालचालीला-गतीला विरोध करणारी काही बले (Forces) कार्यरत होतात. गती चालू ठेवण्यासाठी - गतिविरोधक बलांवर मात करण्यासाठी आपल्यालाही बळ वापरावे लागते. वेगवर्धनासाठी (Acceleration) - वस्तूचा वेग वाढविण्यासाठीही अधिक बळ लागते. वस्तूचे वजन जेवढे जास्त तेवढे बळही जास्त लागते. शर्यतीत भाग घेणाऱ्या दुचाकीस्वारांना खूप झपाट्याने वेग वाढवावा लागतो. त्यासाठी तीन गोष्टी करतात.



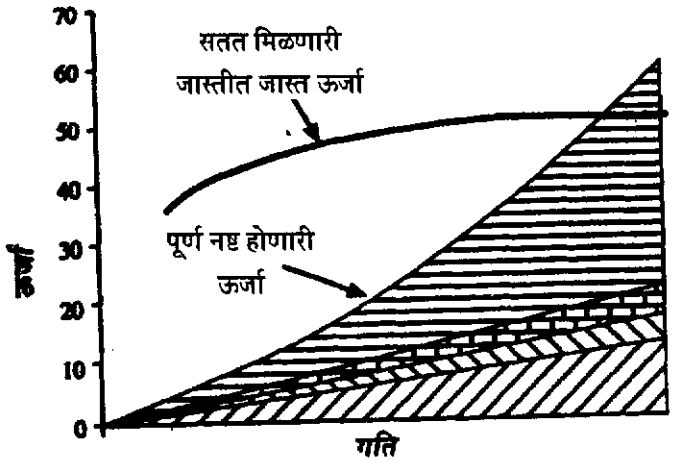
- प्रतिरोध कमी ठेवतात.
- वजन कमी ठेवतात.
- शक्य तेवढे जास्त बल वापरतात.

चढताना वस्तूचे वजन वर ओढून न्यायचे असल्यास त्यावर बऱ्याच जास्त बलाची गरज असते. दंतचक्र बदलल्याने (म्हणजे साखळी मोठ्या दंतचक्रावर नेल्याने) बळ जास्त वापरले जाते. म्हणून वाहन सुरू करताना व चढ चढताना आपण मोठे दंतचक्र (Low Gear) उपयोगात आणतो.

गतिमान असताना ऊर्जेचा वापर कोणत्या दराने होतो याच्याशी शक्ती (Power) चा संबंध असतो. शक्ती गतिरोधक बळ (Force of Resistance) व गतिमान यावर अवलंबून असते. बळ किंवा गतिमान जेवढे जास्त तेवढी जास्त शक्ती लागते. दुचाकी चालविताना गती देणारी शक्ती चालकाच्या स्नायूमधून मिळते. इंधन विद्युत घटाप्रमाणे (Fuel Cells) शरीराचे स्नायू अन्नामधील रासायनिक ऊर्जा यांत्रिक परिवर्तीत करतात. त्यामुळे पायपट्ट्या हलवून भुजा फिरविता येतात. स्नायू किती शक्ती देऊ शकतात. त्यावर दुचाकीची गती अवलंबून असते. आपल्या शरीराचे कार्य खूपच गुंतागुंतीचे असते. अगदी थोड्या अवधीसाठी आपल्याला शरीराकडून खूप जास्त शक्ती एकदम मिळू शकते; परंतु बराच काळ शक्तीचा पुरवठा करायचा असेल, तर ती फार कमी प्रमाणातच मिळू शकते. थोडेसे अंतर चिकाटीने पार करायचे असेल तर ते मंदगतीने करावे लागते. शक्ती पुरवठा करण्याचा काळ जसा वाढेल, तसा शक्ती-उत्पादन कसा कमी होत जातो हे दाखविले आहे.

❖ शक्तीचा जमाखर्च :

दुचाकी चालवताना किती शक्ती वापरली जाते याचा हिशोब करता येईल. स्थिर अवस्थेतील दुचाकी चालू करताना जी शक्ती वापरतो, ती वेगवेगळ्या घर्षण प्रतिरोधांवर मात करण्यासाठी व वेग वाढावा म्हणून लागणारी जास्त



प्रतिरोधामुळे खर्च होणारी ऊर्जा
संचारणमध्ये खर्च होणारी ऊर्जा
बेअरिंगमध्ये खर्च होणारी ऊर्जा
टायर ओढण्यासाठी लागणारी ऊर्जा

गतिजन्य ऊर्जा पुरविण्यासाठी उपयोगात आणली जाते. दुचाकीचालक चढावावर या शक्तीचा काही हिस्सा त्याची स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy) वाढविण्यात वापरला जातो. कारण तो समुद्रसपाटीपासून जास्त उंचीवर पोचत असतो.

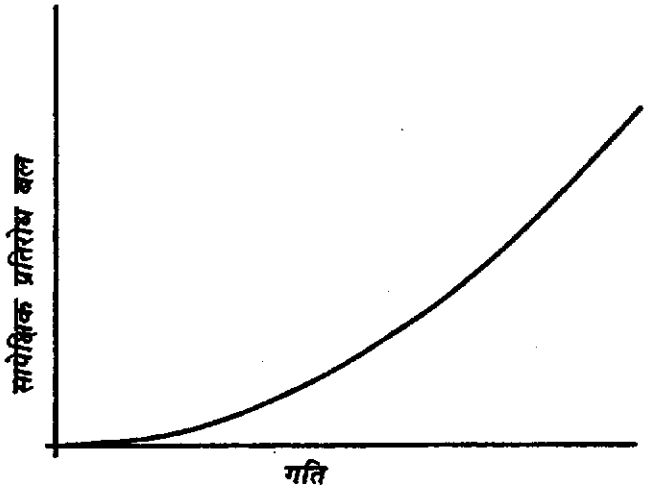
प्रथम आपण सपाट पृष्ठभागावर संथपणे समगतीने होणाऱ्या प्रवासाचा विचार करू. अशा स्थितीमध्ये चालकाने पुरविलेली शक्ती वेगवेगळ्या प्रतिरोधांचे निराकरण करण्यात खर्च होते. धावा जमिनीवर फिरताना होणाऱ्या प्रतिरोधामध्ये बरीच शक्ती लागते. सर्वसाधारण प्रतिरोधाचे बल (Resistance Force) ४ न्यूटनएवढे असते. या प्रीत्यर्थ ताशी १८ कि.मी. एवढा वेग असताना २० वॅटएवढी शक्ती लागते. जशी गती वाढेल, तशी शक्ती पण जास्त लागते. गती दुप्पट वाढली तर दुप्पट शक्ती लागते.

गोलक धारव्यांतील (Ball Bearings) शक्तीचा खर्च होणे नगण्य असतो. सुमारे १ वॅट शक्ती यात खर्च होते. संक्रमण साखळीच्या (Transmission

Chain) वेगवेगळ्या दुव्यांमधील व दुवे आणि दंतचक्रांमधील घर्षणामध्ये थोडी जास्त म्हणजे ३ वॅट शक्ती खर्ची पडते. या तिन्हींची बेरीज होते २४ वॅट किंवा आदानशक्तीच्या (Input Power) खर्च होत असलेल्या शक्तीच्या अर्धी शक्ती उरलेल्या अर्ध्या शक्तीचे काय होते त्याचा आता आपण हिशोब करू या.

❖ पवन प्रतिरोध (Wind Resistance) :

कोणतीही वस्तू हवेतून जात असताना तिला प्रतिरोध होत असतो. मागे ओढल्या गेल्याचा अनुभव येतो. त्याला ओढ (Drag) म्हणतात. चालताना वारा आपल्या उलट दिशेने वाहत असेल म्हणजे समोरून येत असेल तेव्हा आपल्याला हे बल जाणवते. दुचाकीची गती सर्वसाधारण असताना सहन कराव्या लागणाऱ्या प्रतिरोधाचे बल गतीच्या वर्गाच्या (Square of the Speed) प्रमाणात वाढते. म्हणजे गती दुप्पट झाली तर ड्रॅग बल चौपट होते व त्यासाठी शक्ती खर्च गतीच्या



चौपट म्हणजे ऐकून आठपट ही शक्तीव्ययातील वाढ खूप मोठी आहे. केलेल्या प्रयासानुसार जास्तीत जास्त वेग किती असू शकेल तेही यावर अवलंबून असते.

नेहमीप्रमाणे सिटावर ताठ बसून साधारण दुचाकी चालविणाऱ्या माणसाला जो ड्रॅग सहन करावा लागतो तो काढण्यासाठी जे सूत्र वापरले जाते ते असे :

ड्रॅग बल (न्यूटनमध्ये) उ. ०१५ (गती) २

खर्च झालेली शक्ती काढण्याचे सूत्र असे :

ड्रॅग शक्ती (वॅट मध्ये) उ. ०.००४ गती ३

त्यामुळे ड्रॅगचा परिणाम नाहीसा करण्यासाठी लागणारी शक्ती ताशी ५ कि.मी. वेगासाठी ४ वॅट व १५ कि.मी. वेगासाठी १३.५ वॅट एवढी वाढते. १८ कि.मी. वेगासाठी ड्रॅगमुळे होणारा शक्तीचा व्यय २३.३ वॅट म्हणजे इतर सर्व करणांसाठी होणाऱ्या शक्तीच्या खर्चाच्या बेरजेएवढा असतो.

येथे एक गोष्ट लक्षात ठेवली पाहिजे की ही वर दिलेली सूत्रे केवळ शांत वातावरणामध्ये म्हणजे वारे वाहत नसतील अशा वातावरणामध्येच - दुचाकी चालविताना लागू होतात. दुचाकी चालवताना येत असलेल्या वाऱ्याची दिशा व गती यांच्या तुलनेत चालविण्याच्या गतीवरून ड्रॅग निश्चित करता येतो. दुचाकी चालवताना जर समोरून ताशी ५ कि.मी. वेगाने वारा येत असेल तर अर्थात थोडी घट सोसावी लागेल. त्यामुळे शांत वातावरणातील गती ताशी ५ कि.मी. ने कमी होईल. एवढी या ड्रॅगची किंमत असेल. यावरून हे लक्षात येते की, दुचाकीच्या गतीची कमाल मर्यादा हवेच्या ड्रॅगमुळे सीमित होते. म्हणून ड्रॅग जेवढा कमी करता येईल तेवढा करण्याचा प्रयत्न केला जातो. विमान व मोटारगाड्या यांच्या वेगाबरोबर मुखक्षेत्र (Frontal Area) व त्याचा आकार व रूपरेषा यावरही ड्रॅग अवलंबून असते. शर्यतीमध्ये भाग घेणारे दुचाकीस्वार दुचाकी पळवताना ताठ न बसता कमरेतून वाकून डोके हॅण्डलच्या जवळ नेतात. दुचाकीचा हॅण्डलबारही वरच्या बाजूऐवजी खालच्या बाजूस वाकविलेले असतात. अशा तऱ्हेने उलट दिशेने येणाऱ्या वाऱ्याचा परिणाम कमी करतात. दुचाकीस्वार दुचाकीवर एकदम आडवाच

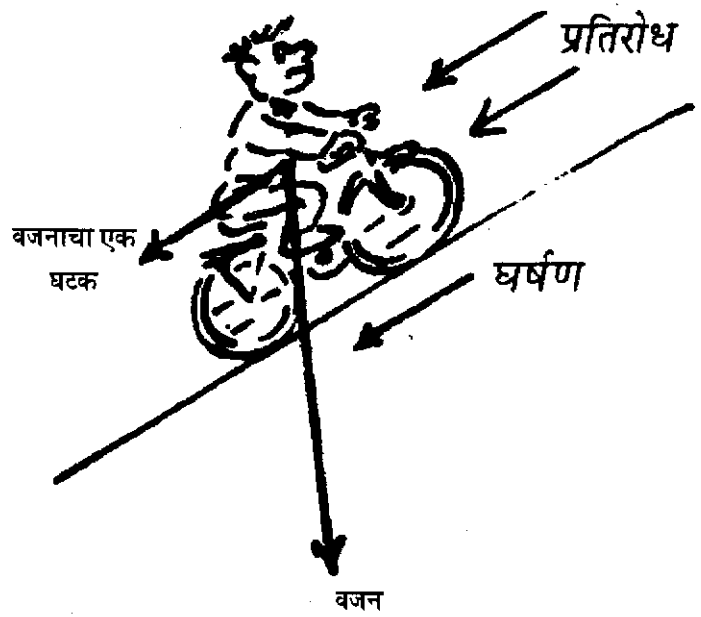
झाला तर ड्रॅगबलाचा परिणाम होणारे क्षेत्रफळ (मुखक्षेत्र) आणखीन कमी होईल. काही आधुनिक दुचाकीमध्ये अशा तऱ्हेचा सांगाडा दिसून येतो. मुखक्षेत्र आणखी कमी करण्याची क्लृप्ती म्हणजे शरीराला घट्ट चिकटून बसणारे कपडे घालणे - जे शर्यतीमध्ये भाग घेणारे लोक नेहमी वापरताना दिसतात.

शरीराच्या बाह्य रूपरेषा (Contours of the Body) त्यावरील ड्रॅग किती हे बऱ्याचअंशी ठरवितात. प्रवासी मोटारीपेक्षा रेसच्या मोटारींचा आकार किती वेगळा असतो. सफाईदार असतो. विमानाचे सांगाडे डॉल्फिन आकारासारखे बनवितात. अशा रूपरेखांना प्रवाहरेखित (Stream Lines) आकार म्हणतात. त्यांच्यामध्ये ड्रॅग कमी होतो. एखाद्या गोलकाला जर लांबलचक बारीक होत जाणारी शेपटी जोडली, तर ड्रॅगवर मात करण्यासाठी लागणारी शक्ती १०० गुणाकाने कमी होते.

या सर्व माहितीचा उपयोग दुचाकीच्या आराखड्यामध्ये करून घेणे तेवढे सोपे नाही. माणसाची रूपरेखा तर अगदीच प्रवासरेखित नसते; पण आपण जर दुचाकी व तिच्यावरील चालक या दोघांवर एक कवच घातले व त्याचा आकार खाली पडणाऱ्या पाण्याच्या थेंबासारखा (Tear Drop Shell) केला तर ड्रॅग कमी करता येईल. या दिशेने काही प्रयत्न झालेही आहेत. त्यात चालक शाई स्थितीत म्हणजे ताठ बसण्याऐवजी उपडा असतो. त्यामुळे मुखक्षेत्र बरेच कमी होते व दुचाकी वेगाने चालविणे शक्य होते; परंतु अशी दुचाकी हाताळयाला इतकी बेकार असते की, वेगाचा किंवा चिकाटीचा उच्चांक गाठणे एवढेच ती वापरण्यामागचे उद्दिष्ट राहते.

❖ दुचाकीने चढाव चढणे (Pedalling Uphill) :

दुचाकीने चढाव चढताना दुचाकी व चालक दोघांचेही वजन वाढते. त्यामुळे चालकाला बऱ्याच बळाचा तुंब्यावर उपयोग करावा लागतो. सपाटीवरील प्रतिरोधावर मात करताना लागणाऱ्या बळापेक्षा हे बळ बरेच जास्त असते.



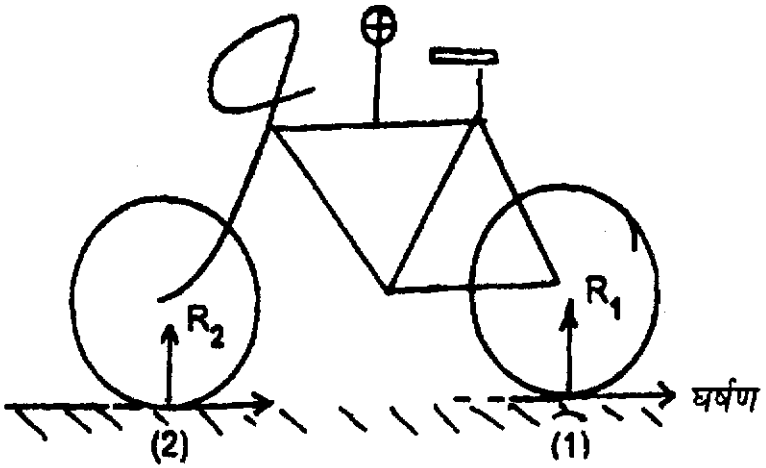
चालकाजवळ वेग गुणोत्तर बदलण्यासाठी दंतचक्र दुचाकी (Geared Bike) असेल तर तो गिअर बदलून जास्त तांत्रिक लाभ मिळवू शकतो. अशा तऱ्हेने त्याची गती कमी झाली तरी कष्टही खूप कमी लागतात.

ऊर्जेच्या जमाखर्चामध्ये आपल्याला आता आणखी एक संज्ञा मिळाली आहे. चालक चढावावर जसजसा वर जाईल तशी त्याची स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy) वाढते आणि ही ऊर्जाही त्याच्या स्नायूनीच पुरवावी लागते. त्यामुळे प्रतिरोधावर मात करायला लागणारी शक्ती कमी होते व त्याला सपाट मैदानावर चालवण्याएवढ्या वेगाने जाता येत नाही.

हवेच्या ड्रॅगमुळे बरीच शक्ती खर्ची पडते. तुमची गती हवेच्या गतीपेक्षा किती सापेक्ष आहे यावर हा शक्तीचा व्यय अवलंबून असतो. यामुळे एक गमतीदार परिस्थिती उद्‌भवते. काही विशिष्ट परिस्थितीमध्ये टेकडीवरून खाली येण्यापेक्षा टेकडीवर चढणे सुलभ ठरते. ज्यावेळी वारा टेकडीच्या खालून वर जात असतो त्यावेळेस असे होते. त्यामुळे वर चढणाऱ्याला खूप मदत होते. या उलट दिशेच्या ड्रॅगमुळे समोरून येणाऱ्या हवेच्या ड्रॅगमुळे होणाऱ्या शक्तीच्या खर्चामध्ये एवढी बचत होते की वर चढण्यामुळे वाढणाऱ्या स्थितिज ऊर्जेप्रीत्यर्थ होणारा शक्तीचा व्ययही त्यातून भरून निघतो. तसेच हीच स्थिती उलट खाली उतरताना समोरून येणाऱ्या हवेचा ड्रॅग स्थितिज ऊर्जेमुळे मिळणाऱ्या शक्तीपेक्षाही जास्त असतो.

❖ गतिरोध (Braking) :

चालू दुचाकी थांबविण्यासाठी तिच्या चाकाच्या पाळीच्या आतल्या वा बाजूच्या कडेवर पॅड दाबले जातात. त्यामुळे चाक फिरण्याचे थांबते व चाकाची धाव (Tyre) फिरण्याऐवजी जमिनीवर उमटली जाते. असे ओढण्यामध्ये होत असणारे घर्षण चाकाच्या फिरण्यामध्ये होणाऱ्या घर्षणापेक्षा शंभरपट जास्त असते, हे आपण आधी पाहिलेच आहे. या वाढलेल्या घर्षणामुळेच अखेर दुचाकी



पूर्ण थांबते.

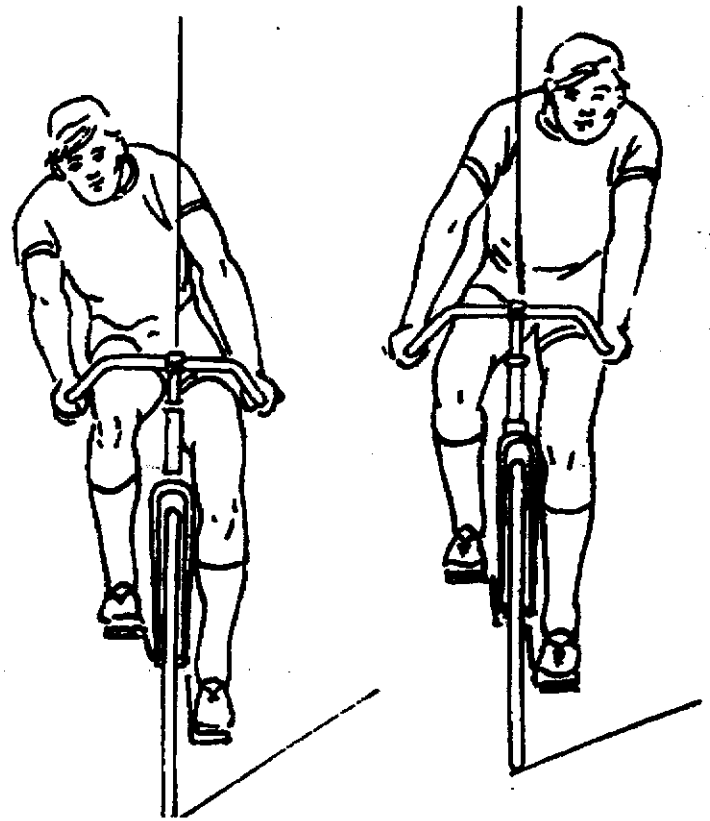
ब्रेक लावताना फार काळजी घ्यायला हवी. जर खूप जोराने ब्रेक दाबले म्हणजे ब्रेक सर्व बळ दुचाकी थांबविण्यासाठी वापरले व दोन्ही चाके एकदम थांबविली तर त्यामुळे जमिनीवर प्रचंड घर्षण बळ (Friction Force) निर्माण होते. त्यामुळे दुचाकीवरील चालकासोबत पुढच्या चाकावरून फेकली जाते. तेव्हा अगदीच आणीबाणीची परिस्थिती असल्याशिवाय दुचाकीचे ब्रेक असे एकदम दाबू नयेत. सावध राहून, ब्रेक लावण्याची गरज पडेल याचा अंदाज घेऊन, दुचाकीची गती जेवढी कमी करता येईल, तेवढी करून मगच ब्रेकचा वापर करावा.

हवा जर दमट असेल तर दुचाकीचे ब्रेक फारसे विश्वसनीय राहत नाहीत. ब्रेक लावणारे पॅड जर ओले असेल तर दुचाकीची पाळ यामधील घर्षणांक (Coefficient of Friction) खूप कमी होतो. त्यामुळे ओली झालेली दुचाकी चटकन थांबविणे फार कठीण असते. हे टाळण्यासाठी तुंब्याच्या आत गतिरोधक (Internal Hub Brakes) बसविण्यासाठी योग्य असते; परंतु हे ब्रेक फारच महाग असतात. शिवाय वजनानेही फार जड असतात. म्हणून वापरात येत नाहीत.

❖ स्थैर्य (Stability) :

हॅण्डलवरचे हात काढून घेऊन दुचाकी चालविण्यामध्ये लहानथोर सर्वांनाच मोठी मजा येते. हात हॅण्डलवर ठेवूनही हे यंत्र रस्त्यावरूनसुद्धा ताठ बसून चालविता येते हे आश्चर्यच आहे.

सर्कशीमध्ये जोखर हाताच्या एका बोटावर झाडूचा लांब दांडा उचलून तोल सांभाळत असतो. तसाच दुचाकीस्वारही दुचाकी डाव्या बाजूस कलू लागली तर चाक डाव्या बाजूला वळवतो व दुचाकी पुन्हा सरळ जमिनीच्या लांब रेषेत येते. तसेच उजव्या बाजूस कलू लागली तर ते पुढचे चाक उजव्या बाजूस वळवून सरळ उभा करतो. दुचाकी चालवायला शिकत असताना आपल्याला हे सर्व



लक्षपूर्वक करावे लागते; परंतु चालकाचा आत्मविश्वास जसजसा वाढतो तसे जणू काही दुचाकी आपणच हे सर्व काही करते असे वाटू लागते आणि जेव्हा तुम्ही दोन्ही हात वर घेऊन दुचाकी चालविता तेव्हा खरोखरच असेच होत असते!

तोल जाताच दुचाकी स्वतःला कशी सावरते? हा प्रश्न मोठाच गुंतागुंतीचा आहे आणि त्यातील सुकाणूच्या (Steering Head) किचकट भूमितीमुळे तो आणखीनच समजायला कठीण झाला आहे. तीन गोष्टींमधील परस्पर क्रियांमुळे दुचाकी स्वतःचा तोल सांभाळते.

१. स्टिअरिंग ट्यूबचे कलणे (याला स्टिअरिंग हेड असे म्हणतात),

२. पुढचे चाक ज्यात अडकलेले असते त्या चिमट्याचे कलणे (त्यामुळे स्टिअरिंग हेड अँगल निर्माण होतो) आणि

३. दुचाकीच्या सांगाड्याचे जमिनीशी लंब असलेल्या स्थितीमधून एका बाजूस कलणे.

काही विशिष्ट हेड अँगल व फोर्क ऑफसेट यांच्या संयोगाने दुचाकीची दिशा बदलून ती आपोआप कलते. याचे कारण या विशिष्ट परिस्थितीत सांगाड्याची जमिनीपासूनची उंची कमी होते. आपला गुरुत्वमध्य कमीत कमी उंचीवर ठेवणे हा प्रत्येक वस्तूचा नैसर्गिक कल आहे.

दुचाकीने चालू असताना लांब रेषेमध्येच राहणे या गुणधर्माला दुचाकीची स्थिरता (Stability) म्हणतात. हेड अँगल वाढवून किंवा ऑफसेट कमी करून दुचाकी जास्त स्थिर करता येते; पण दुचाकीमध्ये केवळ स्थिरता एवढाच गुणधर्म अपेक्षित नसतो. अगदी पूर्ण स्थिर दुचाकी बनविली तर तिला आपल्याला हवे तसे वळविणे शक्य होणार नाही. आपल्याला हवे तेथे न नेता अशी दुचाकी रस्त्याच्या रूपरेषेनुसार (Contours) चालणार. म्हणून हेड अँगल व फोर्क ऑफसेट हे विशिष्ट मर्यादेतच ठेवावे लागतात. हेड अँगल ७२० ते ७४० असतो तर ऑफसेट चाकाच्या व्यासाच्या ६ ते ८ प्रतिशत असू शकतो. यापेक्षा लहान ऑफसेट ठेवल्यास दुचाकी वळविल्यास जास्त बळाची गरज लागते.

❖ दुचाकी - मानवी शरीरास चपखल जुळणारे यंत्र :

दुचाकी-मानवी शरीरासाठी बेतलेले यंत्र आहे. कल्पक यंत्रणा व साधने आणि भौतिकशास्त्रातील तत्त्वे यांचा उपयोग करून दुचाकी आजच्या अवस्थेपर्यंत उत्क्रांत झाली आहे. दुचाकीच्या सर्व घटकांच्या बेरजेपेक्षा दुचाकीमध्ये बरेच काही जास्त आहे. दुचाकीचे हलके असणे, बॉलबेअरिंग व बुश रोलर चेनमुळे घर्षणामध्ये खूप घट होणे, हवा भरलेले चाक फिरण्यामुळे होणारा प्रतिरोध अत्यल्प होणे या सर्वांमुळे दुचाकी काही प्रमाणात कार्यक्षम होते हे खरे; परंतु

तिच्या कार्यक्षमतेचे मुख्य कारण आहे ते म्हणजे या यंत्राचे शरीराशी चपखल जुळणे होय.

माणूस जेव्हा चालतो अगर पळतो तेव्हा त्याचा भार त्याचे पाय उचलत असतात. याउलट दुचाकीवर बसलेल्या माणसाचा भार त्याच्या पायावर नसतो. पाय वगळता माणसाच्या धडाचा सर्व भाग ताठ ठेवण्यासाठी दुचाकीस्वाराच्या स्नायूंचा वापर करावा लागत नाही. त्यांचा वापर केवळ गतीसाठी होतो. दुचाकीस्वार शरीरामधील सर्वात शक्तिमान असलेले मांड्यांचे स्नायू पायपट्ट्या फिरविण्यासाठी वापरतो. चालत असताना माणसाचे संपूर्ण शरीर (लंबरेषेमध्ये) पुढे मागे हेलकावे खात असते. त्यामुळे कार्याचा ऱ्हास होतो. वापरलेल्या शक्तीतून काही निष्पन्न होत नाही; परंतु दुचाकी चालविताना मात्र माणसाच्या धडाचा भाग स्थिर असतो, पाय सहजपणे चक्राकार फिरत असतात. केवळ मांड्यांमधील स्नायू बेटकुळ्या काढल्यासारखे आकुंचन व प्रसारण पावत असतात. सांगाड्याची भूमिती अशी असते की, त्यामुळे पाय सरळ पायपट्ट्यांवर दाबले जातात आणि स्नायूंच्या सर्व बळाचा जास्तीत जास्त वापर केला जातो. समोरच्या हाताने पकडण्याचा दांडा व दुचाकीस्वाराचे सीट यांची सुरेख योजना असते की, चालविण्याऱ्याने हॅण्डल पकडल्यावर त्याचे दंड जवळजवळ सरळ होतात आणि ताण न पडता शरीराला थोडा आधारही देतात. शर्यतीमधील दुचाकीवर मात्र अशा आरामदायक अवस्थेत बसता येत नाही; पण शर्यतवीरांची जातच वेगळी असते. त्यांना आरामाची नव्हे तर शर्यत जिंकण्याची ईर्ष्या असते.

●●●

४. काही महत्त्वाच्या वेबसाईटस्

- www.exploratorium.edu/cycling

  दुचाकीच्या बाबतीत माहिती देणारी ही वेबसाईट अधिक उपयुक्त आहे.

- www.science.uva.nl/research/amstel/bicycle

  ही वेबसाईट दुचाकीची वैज्ञानिक व सांस्कृतिक संबंधित माहिती देणारी आहे.

- www.pedalinghistory.com

  दुचाकीचे विविध खेळ आणि तिचा वेग यासाठी ही वेबसाईट उत्तम आहे.

- www.bicyclepaintings.com

  ऐतिहासिक दुचाकीचे कलात्मक पेंटिंग या वेबसाईटवर पाहायला मिळतील.

- www.state.il.us/kids/isp/bikes/default.htm

  दुचाकी शिकण्यासाठी ही वेबसाईट उपयुक्त आहे.

- www.ctuc.asn.au/bicycles

  दुचाकी म्युजियम आणि संशोधन केंद्राची ही साईट आहे.

- www.cycling.org/lists/hardcore-bicycle-science

  दुचाकीचे विज्ञानविषयक विवरण या वेबसाईटवर दिलेले आहे.

- www.ibike.org/historymuseum.htm

  आंतरराष्ट्रीय दुचाकी फंडची वेबसाईट आहे.

●●●

५. दुचाकीच्या इतिहासातील काही ठळक वर्षे

१७९१ बसण्यासाठी लाकडी फळी व पुढे मागे अशी दोन चाकांची पायाने जमिनीवर सरकवत नेणारी गाडी (दुचाकी) पहिल्यांदा रस्त्यावर आली.

१८१७ व्हॉन ड्रेईस याने पुढचे चाक फिरणारी दुचाकी तयारी केली. हॉबी-हॉर्स दुचाकीचा शोध. नावीन्यतेमुळे अमाप प्रसिद्धी मिळाली.

१८३९ स्कॉटलंड येथील किर्कपॅट्रिक मॅक्मिलन यांनी मागच्या चाकाला पायसर व भुजा जोडून दोनचाकी वाहनाचा शोध लावला. ही कल्पना लोकांना रुचली नाही. खऱ्याअर्थाने मॅक्मिलन दुचाकीचा संशोधक आहे.

१८६५ त्रिज्याकृतीचे आरे वापरल्यामुळे दुचाकीचे वजन कमी झाले.

१८६९ रबराचे घट्ट टायर्स बसवलेली दुचाकी बाजारात आली. 'बायसिकल' हे नाव रुढ होऊ लागले.

१८७२ ढब्बू-पै दुचाकी बाजारात आल्या.

१८८८ रोव्हर सेफ्टी दुचाकीचा मूळ आराखडा पूर्ण झाला.

१८८९ वायवीय धावांचा वापर. दुचाकीचा मूळ आराखडा पूर्ण झाला.

१८९६ कोस्टर ब्रेकचा शोध.

१८९९ प्रतिमिनीट एक मैल या कमाल वेगाचे विक्रम तोडण्यात आले. मर्फी या दुचाकीस्वाराने एक मैल अंतर ५७.७५ सेकंदामध्ये एक मैल दुचाकी चालविली.

१९०३ दुचाकीची दुरुस्ती करणारे ऑरविल व विल्बर राइट बंधूंनी विमानाचा शोध लावला.

१९६५ शारीरिक व्यायामासाठी दुचाकीचा वापर व लोकप्रियता.

१९७२ मोटारगाड्यांपेक्षा दुचाकींची विक्रमी विक्री.

१९८० तुंब्याच्या पुनर्रचनेमुळे वायुगतिकीय ड्रॅग कमी झाले.

१९८५ जॉन हॉर्वर्ड यांनी ताशी २४२ कि.मी. वेगाने दुचाकी चालवून विश्वविक्रम प्रस्थापित केले.

●●●